

論文

聴覚障害幼児における環境音聴取の特徴

小林 優子*・富井 可南子**・田原 敬***

本研究では、聴覚障害を有する未就学幼児に対し環境音の識別課題を実施し、聴力閾値と正答率の関係や聴取しやすい環境音の音響的特性を調べることを目的とした。対象児は聾学校幼稚部年長クラスに在籍する幼児6名であり、補聴器または人工内耳装用下の聴力閾値は、20dB～50dBであった。刺激音は、40種類の環境音を選出し、①：刺激音を聞いて音源名を答える、②：①で不正解だった場合に、選択肢の中から正しい音源を選ぶという課題を行った。

その結果、刺激音を聞いただけで音源名が正しく答えられた割合（以下正答率）について、裸耳聴力閾値が最も小さい児が最も高い正答率を示し、聴力閾値が大きい児ほど正答率が低くなったことから裸耳の聴力閾値が環境音の識別に影響することが示唆された。また、正答の割合が高い音源は、低い周波数帯域で繰り返しのあるパターンに分類される時間特性が共通項として見られた。さらに、日常生活での聴取経験が多いと思われる音源での正答率が高かったことから、聴取機会の多寡も環境音の識別に影響することが考えられた。

KEY WORDS：視覚・聴覚障害幼児、環境音、音響特性、聴取経験

1 問題と目的

近年、補聴器の改良や人工内耳の開発が進み、以前よりも聴覚活用の方が広がっている。田原・原島・小林・堅田（2012）は、近年では聴覚補償技術が進歩しており、30年前とは状況が大きく異なっていることに触れながら、補聴器に関してはデジタル化が進み、周波数変換機能や騒音抑制機能などの様々な処理が可能となったことについて述べている。そこに続けて、これらの聴覚補償技術の発展が、言語音のみでなく環境音や楽器音の識別する力を向上させ（加藤・星名，2004）、以前よりも聴覚活用の幅を広げたと述べている（田原ら，2012）。また、中川（1998）は、補聴器を装用している高等部の学生18名を対象に環境音の識別についての検査を行った。その結果、先行研究と比較したとき重度聴覚障害者の正答率が向上した要因の一つとして補聴器の性能が高くなったことを挙げられている。

前述の通り、言語音だけでなく私たちは様々な音を聴取しながら情報を入手している。田原ら（2012）は、様々な音があふれている日常において、その音の中から意味を見出し、次にとる行動を決定しており、環境音の聴取も重要な情報となり得ると述べている。また、今井（1990）は、聴覚の活用は言語音の知覚とともに環境音を意識させることによって、常に社会との接点を持たせる必要があると述べている。橋本・進藤・田中（1991）は、環境音は単なる雑音ではなく、個々に音響物理学の特性とイメージあるいは意味を伴う音響現象であるとしている。

今井・高橋（1980）は、環境音は言語音と比較した際に、重度の難聴児でも識別可能な例も多く見られ、言語音声の識別が

厳しい重度の難聴児の聴覚活用の様子を検討するには有効であると述べている。また、中川・須藤・舞蘭（2007）は「危険回避」が環境音聴取の第一の目的に挙げられていることを示唆したうえで、実際環境音を聴取できないことを不便に感じている者もいると指摘している。このように、環境音を聴取することができず、生活に支障をきたしていると報告している。

聴覚障害児・者の環境音認知において、最も重要な手がかりは音響学的特徴である。中川ら（2007）は、聴覚障害者を対象に35種類の環境音を選定し、その音に対して「聞こえる」「聞こえないが必要がある」についての回答を求め、分析した。その結果、「聞こえる」の回答率が高かった項目をみると音の物理的側面のひとつである音の強さが関係していることが示唆された。また中川（1998）は、補聴器を装用している聾学校の高等部18名の生徒を対象に実験を行い、聴覚障害学生が環境音を認知する際に環境音に含まれる周波数情報と音圧の変化パターン等を手掛かりにしていると考えられると述べている。周波数情報に関しては、高橋・今井（1982）が低い周波数の音は聴覚障害のある者でも比較的聴き取りやすいということを述べている。さらに、一定のリズムパターンを有する音も聴覚障害者が環境音を認知する際の重要な手掛かりになっていることも明らかにされている。

そこで本研究では、聴覚障害を有する就学前の幼児に環境音の識別課題を実施し、聴取しやすい環境音の音響的特性や聴力閾値との関係を調べることを目的とした。

2 方法

2-1 対象児

対象児は、公立聾学校幼稚部年長クラスに在籍する幼児6名（5歳3か月～6歳3か月）であった。A児、B児、C児は両耳に補聴器を装用しており（HA装用児）、D児、E児、F児

* 上越教育大学臨床・健康教育学系

** 東京都立矢口特別支援学校

*** 茨城大学教育学部

Table 1 各対象児のプロフィール

性別	HA/CI	平均聴力レベル		聴力閾値（補聴器・人工内耳装用下）単位：dB					
		（裸耳）		250Hz		500Hz		1000Hz	
		右耳／左耳	右耳／左耳	右耳／左耳	右耳／左耳	右耳／左耳	右耳／左耳	右耳／左耳	右耳／左耳
A児	女	HA(両)	57/34	25/25	25/25	30/30	35/30	30/30	30/30
B児	男	HA(両)	98/68	40/25	50/30	45/25	35/30	40/40	40/40
C児	女	HA(両)	94/88	25/30	35/40	50/45	45/45	40/40	40/40
D児	男	HA(R)/CI(L)	82/100	35/25	35/25	35/25	35/25	45/30	45/30
E児	女	CI(R)/HA(L)	114↓/110↓	20/40	20/40	25/55	25/75	25/90↓	25/90↓
F児	女	HA(R)/CI(L)	104/97	25/55	20/40	20/50	25/45	20/85↓	20/85↓

↓はスケールアウトの閾値を含んだ聴力レベルを示す。

Table 2 刺激音の一覧および音響特性

カテゴリ	音源名	周波数特性	時間特性	カテゴリ	音源名	周波数特性	時間特性
日常生活音	うがい	低音域	非定型	機械の音	着信音	低音域	繰り返しあり
	ガラスが割れる音	低音域	非定型		電子アラーム	高音域	繰り返しあり
	ホイッスル	高音域	定常音		非常ベル	高音域	定常音
	ドアチャイム	高音域	非定型	器楽の音	太鼓	低音域	繰り返しあり
	掃除機	全帯域	定常音		ピアノ	低音域	非定型
	食べ物を噛む音	低音域	繰り返しあり	自然の音	雷	低音域	非定型
	野菜を切る音	低音域	繰り返しあり		雨	全帯域	定常音
	足音	低音域	繰り返しあり				
	風鈴	高音域	繰り返しあり	乗り物／道路	通過音(電車)	低音域	繰り返しあり
	電子レンジ	低音域／高音域	定常音／非定型		救急車	低音域	繰り返しあり
動物・虫	肉を焼く音	全帯域	定常音		踏切	高音域	繰り返しあり
	シャワー	全帯域	定常音		バトカー	高音域	繰り返しあり
	猫	高音域	非定型		急ブレーキ	高音域	定常音
	カラス	高音域	繰り返しあり		通過音(車)	低音域	定常音
	セミ	高音域	繰り返しあり		クラクション	高音域	繰り返しあり
	犬	低音域	繰り返しあり		ヘリコプター	低音域	繰り返しあり
	豚	低音域	非定型		交差点	全帯域	非定型
	にわとり	高音域	非定型		道路工事	低音域	繰り返しあり
	馬	低音域	非定型		消防車	高音域	繰り返しあり
	ライオン	低音域	非定型		エンジン始動音	全帯域	非定型
	鈴虫	高音域	繰り返しあり				

は片方の耳に人工内耳を装用し、もう片方の耳に補聴器を装用していた（CI/HA装用児）。各対象児の4分法による裸耳の平均聴力レベル、補聴器・人工内耳装用下の各周波数の聴力閾値をTable 1に示す。なお、対象児の主なコミュニケーション方法は全員音声であり、手話・指文字を使用しなくても検査者との会話が成立した。

2-2 期間・場所・実験装置

20XX年6月に、対象児が在籍する聾学校の防音室にて行った。実験装置の配置をFig. 1に示す。実験にはノート型パソコン（Let's note CF-SX2, Panasonic：以下PC）と2台のスピーカー（GX-77M(B), ONKYO）を使用し、PCを経由してスピーカーから音を提示した。スピーカーの位置は幼児の左右耳から1mの位置に床から77cmの高さに固定し配置した。筆者（以下検査者1）は幼児の隣に座り、補助者（以下検査者2）は幼児の正面に着席した。対象幼児の担任教員と保護者は、幼児の視界に入らない位置に着席した。幼児の実験中の様子を観察するため、幼児の表情や手元が映る位置にビデオカメラを設置し、各幼児が入室してから退出するまでを記録した。

2-3 刺激

刺激音は、中川（2007）を参考に、自然の音、器楽の音、機械の音、動物・虫の鳴き声、乗り物の音、日常生活の計7音のカテゴリの中から対象幼児の身近にあると考えられるもの40種類とした（Table 2）。刺激音は、環境音CD（KICW7521/25,

KICG1584, KICG1585, KICG1586, KING RECORDS：この音なあに？）の中に収録されている音を使用した。また各音源は、PCに取り込んだ後に、音声編集用ソフトウェア（WAVE LAB 8, Steinberg）を用いて振幅の編集を行い、同ソフトウェア上で軟性音（ホワイトノイズ）と音圧差を±5dB以内に抑えた。幼児に音源を呈示する際は、音圧は60dBとした。

また、各音源の音響特性と正答率の分析のため、田原・小林・原島・堅田（2015）に基づき、同ソフトウェアを用い周波数特性と音圧の変化のパターン（時間特性）についてTable 2の通り分類した。周波数特性についてはFFTを用いたスペクトル解析を行い、パワースペクトル上に明確なピークがないも

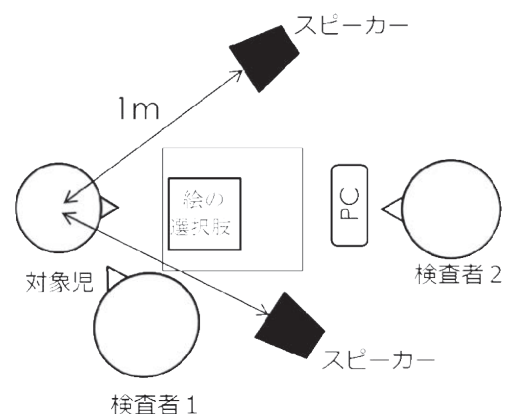


Fig. 1 実験装置の配置図

のを「全帯域」、2,000Hzより低い周波数にピークがあるものを「低音域」、2,000Hzより高い周波数にピークがあるものを「高音域」に分類した。

また、時間特性については、刺激音の音圧の時間変化のパターンにより、150msごとの区間でRMS値を求め、その最大値と最小値の差が10dB以内の音、すなわち時間変化が少ない音を「定常音」とした。さらに、定常音以外の音は、音圧の変化に繰り返しのパターンがあるものを「繰り返しあり」、繰り返しのパターンが見られないものを「非定型」とした。なお、「電子レンジ」は作動中の音と、調理終了を知らせる音で音響特性が異なったため、2種類の分類を示した。

2-4 手続き

まず刺激音だけを聞いて、その音が何かを口頭で答えるよう指示した。その際、音源名を断定できない場合でもそれを表す言葉があれば正解とした（音源名「うがい」で、回答が「ぶくぶく、ぺ」など）。音を聞いて「わからない」という発言があった場合、もしくは何か回答してもそれが音源名と指導者が判断できない場合（音源名「風鈴」で、回答が「キーンキーン」など）は、正答を表す絵を含む4種類の絵を提示しその中から選択させた。

2-5 倫理的配慮

本研究の実施について、上越教育大学研究倫理審査委員会から承認を得た。

3 結果

3-1 対象児ごとの正答率

Fig 2に各対象児の正答率を示した。音源を聞いたのみで正解した割合／選択肢から正解を選んだ割合／不正解だった割合は、A児が72.5％／22.5％／5％、B児が47.5％／37.5％／15％、C児は22.5％／62.5％／15％であった。一方、CI/HA装用児は、D児が12.5％／62.5％／25％、E児が32.5％／47.5％／20％、F児が20％／57.5％／22.5％であった。

3-2 各音源の正答率

Fig. 3に各音源の正答率を示した。刺激音だけを聞いて6名全員が正解を答えられた音源は「うがい」のみであった。音源を聞いて正解を答えた割合が50％以上の音源であり、かつ不正解の児がいなかった音源は、「電話の着信音」「鉄道の通過音」「猫の鳴き声」「カラスの鳴き声」「蟬の鳴き声」「太鼓」「救急車のサイレン」「踏切」「犬の鳴き声」であった。

一方、半数以上で不正解となった音源は「消防車のサイレン」「交差点」「車のエンジン始動音」「シャワー」であった。

3-3 対象児の誤答傾向

Table 3に2名以上の対象児で不正解となった音源の誤答の内容を示した。「足音」に対して、A児・C児が「野菜を噛む音」と間違えたり、「クラクション」に対して「ドアチャイム」と間違えるなど、音圧の変化のパターンや周波数帯域が似た音と間違える傾向が見られた。「車の通過音」「ライオン」以

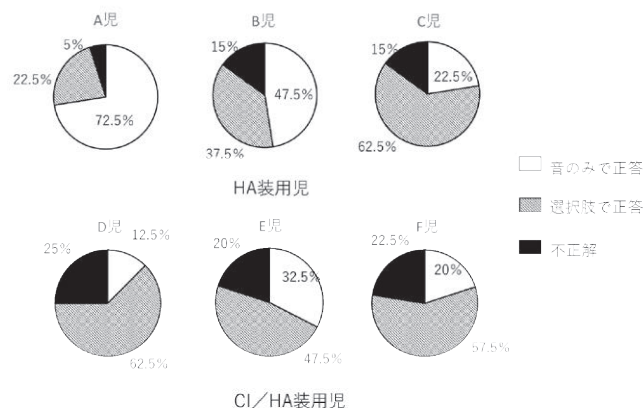


Fig. 2 各対象児の回答の分布

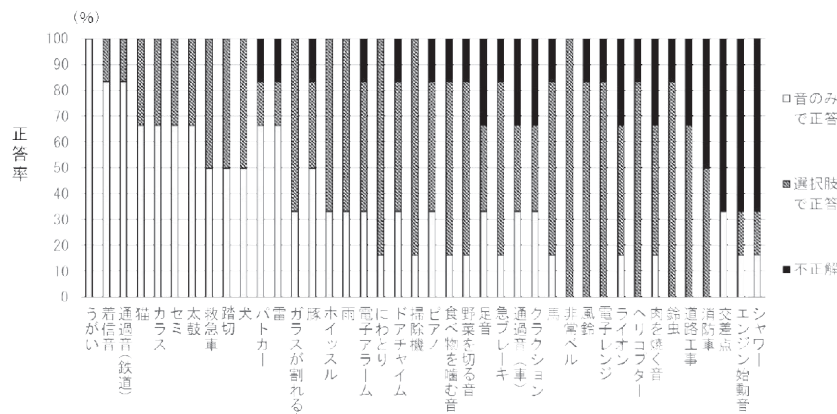


Fig. 3 各音源の回答の分布

Table 3 複数の幼児で不正解となった音源の回答

	HA児			CI/HA児		
	A児	B児	C児	D児	E児	F児
足音	喘む音		喘む音			
通過音（車）			クラクション	うがい		
クラクション					ドアチャイム	ドアチャイム
馬				にわとり		
ライオン				焼く音		にわとり
肉を焼く音				シャワー	シャワー	
道路工事					電子レンジ	電子レンジ
消防車のサイレン		踏切	踏切	踏切		
交差点			道路工事	ライオン	道路工事	道路工事
エンジン始動音		ヘリコプター	ヘリコプター	ヘリコプター		ヘリコプター
シャワー	非常ベル	掃除機	掃除機	掃除機		

□ 音のみで正答 ■ 選択肢で正答 ■ 不正解と誤答した音源

外の音源については、2名以上が同じ音源について誤って選択する傾向が見られた。

4 考察

4-1 対象児の聴覚活用と正答率の関係

本研究の対象児において、音源の呈示のみで正解した割合（以下音のみでの正答率）は12.5%～72.5%となり、数値にばらつきが見られた。A児が音のみでの正答率が最も高くなったが、Table 1の通り、B児・C児に比べ、A児は裸耳の聴力レベルが最も小さく、本研究の対象児の中では特に聴覚活用が優れていたと推測された。また、B児とC児では、右耳の裸耳の平均レベルはほぼ同程度であるが、左耳の聴力レベルはC児の方が低くなっており、それが音のみでの正答率の差に現れたとも考えられる。一方、CI/HA児では音のみでの正答率はE児が最も高く、次いでF児・D児と続いた。裸耳聴力の閾値はE児が最も大きく、HA児とは異なる傾向が見られたが、CIの装用開始時期など他の要因が影響したことも考えられた。

先行研究（今井・高橋、1980；中川、1998；田原ら、2015など）では、環境音聴取課題の正答率と裸耳の聴力レベルとの間に負の相関が見られ、いずれも -0.54 （中川、1998）、 -0.66 （田原ら、2015）、 -0.71 （今井・高橋、1980）と中程度からやや強い相関の値を示している。今回は対象児の数が少ないため、相関を求めることはできないが、裸耳聴力が正答率に影響する一つの要因になると考えられた。

4-2 各音源の正答数

音源を聞いて正解を答えた割合が50%以上の音源であり、かつ不正解の児がいなかった音源は10種類あった。これらの音源周波数特性や時間特性は、「うがい（低音域・非定型）」「電話の着信音（低音域・繰り返しあり）」「鉄道の通過音（低音域・繰り返しあり）」「猫の鳴き声（高音域・非定型）」「カラスの鳴き声（高音域・繰り返しあり）」「蟬の鳴き声（高音域・繰り返しあり）」「太鼓（低音域・繰り返しあり）」「救急車のサイレン（低音域・繰り返しあり）」「踏切（高音域・繰り返しあり）」「犬の鳴き声（低音域・繰り返しあり）」であった。周波数特性により分類すると、「低音域」が6種類、「高音域」が4種類であ

り、「全帯域」の音源は含まれていなかった。また、時間特性により分類すると、「繰り返しあり」が7種類、「非定型」が3種類であり、「定常音」は含まれていなかった。

田原ら（2015）の結果を見ると、「電話の呼出し音」「インターホン」「ドアをノックする音」の正答率が高く、さらに高成績群では自動車や電車が通過する音、クラクション、などが続いた。上位の3音は、全て低音域で時間特性が繰り返しのある音源であった。その他の先行研究（中川、1998；Reed & Delhorne, 2005）でも同様の傾向が見られ、本研究の結果は先行研究を支持する内容となった。

また、「低音域・繰り返しあり」の条件に当てはまらないが、正答率が高かった音源として、「うがい」「猫の鳴き声」「カラスの鳴き声」「蟬の鳴き声」があった。「猫の鳴き声」「カラスの鳴き声」「蟬の鳴き声」は全て高音域であり、「豚」や「馬」「ライオン」などの低音域に分類される「動物の鳴き声」よりも高い正答率となった。その理由として、猫、カラス、蟬などの声は日常生活でも豚やライオンなどの声に比べ、聴取する機会が多いと予測される。また、最も正答率が高かった「うがい」は、音響特性上は先行研究の条件に該当しないが、家庭や学校などで対象児自身が実際に行い聞いている音だと思われるため、聴取経験の多さが影響したと予測される。

一方、半数以上で不正解となった音源は、「消防車のサイレン（高音域・繰り返しあり）」「交差点（全帯域・非定型）」「車のエンジン始動音（全帯域・非定型）」「シャワー（全帯域・非定型）」であった。Table 3を見ると、「消防車のサイレン」における誤答では、3名とも「踏切」と回答しており、どちらも「高音域」で「繰り返しあり」という音響特性が共通していた。そのため、音響上の特徴はとらえていたが、あいまいなイメージしか有していなかったため誤答を選択してしまったと考えられる。また、その他の3種類の刺激音は全て周波数特性が全帯域であり、さらに「道路工事」や「ヘリコプター」と誤答する児が多かったが、この2音は繰り返しのパターンが他の音源に比べ速いサイクルであり、これらの音を混同したことが推測された。また、シャワーについては対象児が入浴する際には、補聴器や人工内耳を外すことが多いと思われるため、聴取経験が少なかったと推測された。

4-3 まとめ

本研究は、聴覚障害幼児の環境音聴取における特徴について調べたが、中川（1998）や田原ら（2015）らと同様に、周波数特性が低音域で時間特性は繰り返しのあるパターンの音源において、正答率が高くなることが示された。また、対象児の数が少ないため一概には言えないが、裸耳の聴力レベルや、日常生活で聴取経験の有無が環境音の識別に影響することが示唆された。本研究の対象は未就学幼児であったが、今井・高橋（1980）、高橋・今井（1982）による研究は小学生相当の児童であり、中川（1998）や田原ら（2015）らの研究では聾学校高等部の生徒や大学生が対象となっている。成人に比べ対象児の年齢が低い場合は、集中力を維持させ容易に回答できるような工夫が必要であろう。また、発達水準と環境音聴取の正答率に関係があるのか、幼児期から学齢期、さらに成人期までどのように環境音の聴取能が変化していくのか調べることは重要であると考えられる。

また、今回は環境音の識別課題のみにとどまったが、田原・原島・小林（2013）が取り組んだように、環境音の識別学習を行い、正答率が低かった音源でも正答率が向上するのか検証し、聴覚活用に関する指導法に役立てられるような知見を得ることも必要と思われる。

【文献】

- 橋本佳子・進藤美津子・田中美郷（1991）環境音認知テストの検討. 帝京大学医学部耳鼻咽喉科学教室. 227-236.
- 加藤哲則・星名信昭（2004）学齢期に人工内耳を適応した聴覚障害児のきこえに関する自己評価. *Audiology Japan*, 47, 539-540.
- 今井秀雄（1990）聴覚学習. コレール社.
- 今井秀雄・高橋信雄（1980）聴覚障害児用の環境音受聴テストの試行. *Audiology Japan*, 23, 547-548.
- 中川辰雄（1998）聴覚障害学生の環境音認知. 横浜国立大学教育人間科学部紀要. I, 教育学科1, 81-88.
- 中川辰雄・須藤正彦・舞蘭恭子（2007）重度聴覚障害者の聴覚活用の実態調査. *Audiology Japan*, 50, 193-202.
- Reed, C.M. & Delhorne, L.A. (2005) Reception of environmental sounds through cochlear implants. *Ear and Hearing*, 26, 48-62.
- 田原敬・原島恒夫・小林優子（2012）難聴者の環境音認知に関する研究の展望. 障害科学研究, 36, 187-196.
- 田原敬・原島恒夫・小林優子（2013）聴覚障害児における自動車のクラクション音の識別について. 聴覚言語障害, 42, 11-22.
- 田原敬・小林優子・原島恒夫・堅田明義（2015）聴覚障害者の環境音認知に影響を及ぼす要因に関する研究－聴力レベルと環境音の音響特性に注目して－. 聴覚言語障害, 44 (1・2), 51-60.
- 高橋信雄・今井秀雄（1982）聴覚障害児用の環境音受聴テストの試行（その2）. *Audiology Japan*, 25, 415-416.